

JP 6325629

DIALOG(R)File 351:DERWENT WPI(c)1998 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.  
010145144 \*\*Image available\*\*  
WPI Acc No: 95-046396/199507  
XRPX Acc No: N95-036617

Superconductive oxide electric conductor for power cable for  
superconductor magnet or generator - has superconductive tape spirally  
wound around tubular body through coolant such as liquid nitrogen flows  
to cool tape **NoAbstract**

Patent Assignee: FUJIKURA LTD (FUJD )

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Main IPC	Week
JP 6325629	A	19941125	JP 93108576	A	19930510	H01B-012/02	199507 B

Priority Applications (No Type Date): JP 93108576 A 19930510

Patent Details:

Patent	Kind	Lan	Pg	Filing Notes	Application	Patent
JP 6325629	A		8			

Derwent Class: X11; X12

International Patent Class (Main): H01B-012/02

International Patent Class (Additional): H01B-013/00

Manual Codes (EPI/S-X): X11-H05; X12-C05; X12-D06A

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-325629

(43) 公開日 平成6年(1994)11月25日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 B 12/02	Z A A	7244-5G		
13/00	5 6 5 D	7244-5G		

Superconductive  
conductors

manufacturing

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全8頁)

(21) 出願番号 特願平5-108576

(22) 出願日 平成5年(1993)5月10日

(71) 出願人 000005186

株式会社フジクラ

東京都江東区木場1丁目5番1号

(72) 発明者 河野 幸

東京都江東区木場一丁目5番1号 株式会  
社フジクラ内

(72) 発明者 斉藤 隆

東京都江東区木場一丁目5番1号 株式会  
社フジクラ内

(72) 発明者 中川 三紀夫

東京都江東区木場一丁目5番1号 株式会  
社フジクラ内

(74) 代理人 弁理士 志賀 正武

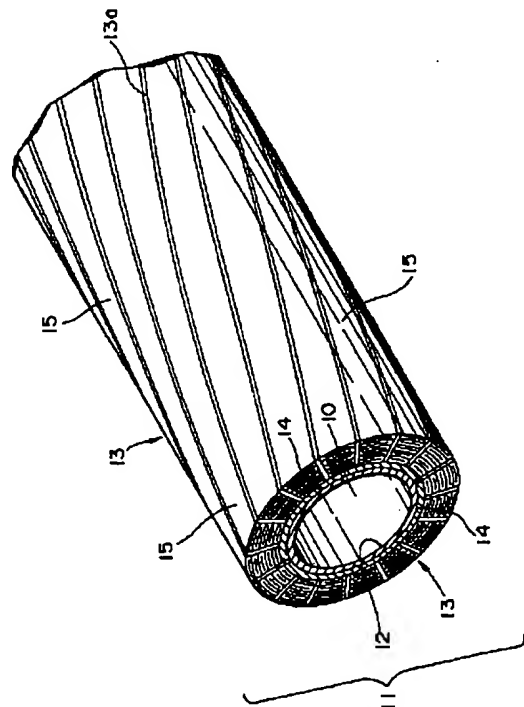
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 酸化物超電導導体とその製造方法およびそれを備えた酸化物超電導電力ケーブル

(57) 【要約】

【目的】 本発明は1本1本の超電導テープユニットを固定していた従来方法よりも超電導テープに歪を与えることがないとともに、超電導テープの巻き付けと固定が容易にでき、超電導特性劣化の少ない酸化物超電導導体および超電導ケーブルが得られる構造と製造方法の提供を目的とする。

【構成】 本発明は、導電性金属材料からなるテープ状のシース18の内部に酸化物超電導コア17を備えてなる超電導テープ16を複数枚積層して超電導テープユニット15が構成され、この超電導テープユニット15が、複数本、導電性と熱伝導性を有するテープ基材14の一面に並列状態に固着されてテープ集合体13が構成され、このテープ集合体13が、導電性と熱伝導性を有する管体12の外周面に螺旋状に巻回固定されてなるものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 導電性金属材料からなるテープ状のシースの内部に酸化物超電導コアを備えてなる超電導テープを複数枚積層して超電導テープユニットが構成され、この超電導テープユニットが、複数本、導電性と熱伝導性を有するテープ基材の一面に並列状態に固着されてテープ集合体が構成され、このテープ集合体が、導電性と熱伝導性を有する管体の外周面に螺旋状に巻回固定されてなることを特徴とする酸化物超電導導体。

【請求項2】 導電性金属材料からなるテープ状のシースの内部に酸化物超電導コアを備えてなる超電導テープを複数枚積層して相互に接着し、超電導テープユニットを構成し、この超電導テープユニットを複数本、導電性と熱伝導性を有するテープ基材の一面に並列状態に並べて固着してテープ集合体を作製し、このテープ集合体を導電性と熱伝導性を有する管体の外周面に螺旋状に巻回し固着することを特徴とする酸化物超電導導体の製造方法。

【請求項3】 導電性金属材料からなるテープ状のシースの内部に酸化物超電導コアを備えてなる超電導テープを複数枚積層して超電導テープユニットが構成され、この超電導テープユニットが、複数本、導電性と熱伝導性を有するテープ基材の一面に並列状態に固着されてテープ集合体が構成され、このテープ集合体が、導電性と熱伝導性を有し、内部に冷媒の流路を有する管体の外周面に、螺旋状に巻回固定されて超電導導体が形成されるとともに、前記超電導導体の外方に、半導電層、電気絶縁層、半導電層と超電導シールド層とが形成され、超電導シールド層の外方に、スペーサを介して被覆層が形成されて超電導シールド層と被覆層との間に冷媒流路が形成されてなることを特徴とする酸化物超電導電力ケーブル。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、電力輸送用あるいは超電導マグネット用などとしての応用開発が進められている酸化物超電導導体および酸化物超電導電力ケーブルに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、臨界温度の高い酸化物超電導導体を用いて電力輸送用の電力ケーブル、超電導マグネットあるいは超電導発電機の界磁巻線用超電導電力ケーブルなどを製造しようとする試みがなされている。このような超電導電力ケーブルの一従来例として、図13に示すように、複数の長尺の酸化物系の超電導導体1（図6の例では16本）を銅などからなるパイプ2の周囲にそれぞれ螺旋状に隣接配置するように固定してなる超電導電力ケーブル3が知られている。前記超電導電力ケーブル1は、図12に断面構造を示すように、酸化物超電導コア4を銀などからなるシース5で覆って形成された超電

導テープ6を半田などの金属接着材で複数枚積層一体化してなるものである。図13に示す構造の超電導ケーブル1にあつては、中央のパイプ2の内部に液体窒素を冷媒として流し、この液体窒素により周囲の酸化物超電導コア4を冷却する構成になっている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来、図6に示す構造の超電導電力ケーブル3を製造するには、超電導テープ6を複数枚積層して1つのユニットを構成し、このユニットを複数本用意してそれぞれパイプ2の外周面に螺旋状に巻き付けてから半田付けにより固定する方法を行なっている。ところがこの方法で超電導電力ケーブル3を製造すると、ユニットを直接曲げながら巻き付けることになるために、個々の超電導テープ6に歪がかり易く、また、巻き付け方によっては超電導テープ6に局所的に大きな歪を付加しやすい問題がある。即ち、酸化物超電導導体は脆く歪に弱いので、局所的に歪を集中させるとクラックなどを生じて超電導特性が著しく低下するおそれがある。

【0004】次に、前記複数のユニットを順次パイプ2に巻き付けて1本ずつ半田付けにより固定すると、既に半田付けした超電導テープ6を固定していた半田が、他の超電導テープ6を半田付けする際の熱で再熔融し、既に半田付けしたユニットが剥がれるおそれがある。また、複数のユニットを順次半田付けで固定する際に、ユニット全体を同時に正確な位置に固定することは難しい問題がある。

【0005】本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、1本1本の超電導テープユニットを固定していた従来方法よりも超電導テープに歪を与えることがないとともに、超電導テープの巻き付けと固定が容易にでき、超電導特性劣化の少ない酸化物超電導導体および超電導ケーブルが得られる構造と製造方法の提供を目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は前記課題を解決するために、導電性金属材料からなるテープ状のシースの内部に酸化物超電導コアを備えてなる超電導テープを複数枚積層して超電導テープユニットが構成され、この超電導テープユニットが、複数本、導電性と熱伝導性を有するテープ基材の一面に並列状態に固着されてテープ集合体が構成され、このテープ集合体が、導電性と熱伝導性を有する管体の外周面に螺旋状に巻回固定されてなるものである。

【0007】請求項2記載の発明は前記課題を解決するために、導電性金属材料からなるテープ状のシースの内部に酸化物超電導コアを備えてなる超電導テープを複数枚積層して相互に接着し、超電導テープユニットを構成し、この超電導テープユニットを複数本、導電性と熱伝導性を有するテープ基材の一面に並列状態に並べて固着してテープ集合体を作製し、このテープ集合体を導電性

と熱伝導性を有する管体の外周面に螺旋状に巻回し固着するものである。

【0008】請求項3記載の発明は前記課題を解決するために、導電性金属材料からなるテープ状のシースの内部に酸化物超電導コアを備えてなる超電導テープを複数枚積層して超電導テープユニットが構成され、この超電導テープユニットが、複数本、導電性と熱伝導性を有するテープ基材の一面に並列状態に固着されてテープ集合体が構成され、このテープ集合体が、導電性と熱伝導性を有し、内部に冷媒の流路を有する管体の外周面に、螺旋状に巻回固定されて超電導導体が形成されるとともに、前記超電導導体の外方に、電気絶縁層と超電導シールド層とが形成され、超電導シールド層の外方に、スペーサを介して被覆層が形成されて超電導シールド層と被覆層との間に冷媒流路が形成されてなるものである。請求項3記載の電気絶縁層が、酸化物超電導導体の外面に超電導テープを巻回して構成される半導電層を介して巻回された絶縁テープにより形成され、超電導シールド層が、電気絶縁層の外面に半導電テープを巻回して構成される半導電層を介して巻回された超電導テープにより形成されることが好ましい。

【0009】

【作用】管体の外部にテープ基材を介して複数の超電導テープが巻回されているので、管体の内部に液体窒素などの冷媒を流して超電導テープを冷却することができ、超電導テープの超電導コアを超電導状態としてそれを通電用に使用できる。更にまた、1本の管体に対して複数本の超電導テープが備えられるので、電流容量が大きくなる。

【0010】本発明方法では超電導テープを積層した超電導テープユニットを予めテープ基材に固定しておき、それを管体に巻回し固定するので、1本1本の超電導テープユニットを順次管体に固定していた従来方法よりも超電導テープに歪を与えるおそれが少ない。また、超電導ユニットを複数備えたテープ基材単位で管体に巻き付け固定できるので、超電導テープユニットの管体への巻き付けが従来よりも容易にできる。また、テープ基材を管体に固定することで超電導ユニットの固定が完了するので、テープ基材を半田付けにより固定する場合、テープ基材に既に固定してある超電導ユニットの半田付け部分を再溶融させるおそれが少なくなる。

【0011】更に、本発明の酸化物超電導電力ケーブルにあっては、管体内部の冷媒流路と管体外部の冷媒流路とが設けられているので、管体内部の冷媒通路を冷媒の往路として利用し、管体外部の冷媒流路を冷媒の復路として使用するならば、冷媒の循環を行えるので、効率良く超電導ユニットを冷却することができ、超電導特性の安定化に寄与する。

【0012】更に、半導電層が半導電テープの巻き付けにより形成され、電気絶縁層が絶縁テープの巻き付けに

より形成され、超電導シールド層が超電導テープの巻き付けにより形成されていると、超電導シールド層の外方の冷媒の流路を流れる冷媒が、超電導テープの巻き付け部分の隙間を介して半導電層や電気絶縁層側に染み込み、更に、絶縁テープの巻き付け部分の隙間にも染み込むので、電気絶縁層の絶縁性の向上に寄与する。

【0013】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例について説明する。図1は本発明に係る酸化物超電導導体の第1実施例を示すもので、この例の超電導導体11は、管体12の外周に、図2に示すテープ集合体13を螺旋状に巻き付けて構成されている。前記管体12は、銀などの貴金属、銅あるいはアルミニウムなどの単体金属あるいは合金からなり、その内部空間は冷媒流路（冷媒往路）10とされており、この冷媒流路10に液体窒素などの冷媒が流されるようになっている。

【0014】前記テープ集合体13は、図2に示すような良導電性と熱伝導性を有する銀や銀合金などの貴金属からなるテープ基材14と、このテープ基材14の表面の長さ方向にそれぞれ平行に配列固着された複数本の超電導テープユニット15から構成されている。前記超電導テープユニット15は、複数枚の超電導テープ16を積層し、これらを相互に半田などの金属接着材により固着して構成されている。前記超電導テープ16は、Y-Ba-Cu-O系、Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O系、Tl-Ba-Ca-Cu-O系、などに代表される酸化物超電導導体からなるテープ状の超電導コア17を銀などの貴金属からなるシース18で覆って構成されている。

【0015】前記構成の超電導導体11を製造するには、超電導テープ16を1枚あるいは複数枚積層した後、長さ方向の途中部分の必要箇所を半田で固定して超電導テープユニット15を形成し、この超電導テープユニット15を複数枚用意し、これらの間に若干の隙間13aをあけてテープ基材14の上面に平行に並べて各々を半田で固定し、超電導ユニット15…を相互固定したテープ集合体13を作成する。次に前記テープ集合体13を複数本、例えば2本用意し、これを管体12の周囲に所定のピッチで螺旋状に巻き付け、テープ基材14を管体12の外周面に適宜半田付けするならば、図1に示す構造の超電導導体11を得ることができる。この半田付けの際に、テープ基材14を管体12に半田付けすれば良いので、テープ基材14に超電導テープ16…を固定している半田、あるいは、超電導テープ16…どうしを固定している半田が再溶融することがない。よって、予め半田付けした超電導テープ16をテープ基材14の半田付け時に剥離させてしまうことがない。

【0016】前記構造の超電導導体11は、管体12の内部に液体窒素などの冷媒を流すことにより超電導コア17を冷却して超電導状態とし、これに通電して使用する。前記構造の超電導導体11を製造する場合、超電導

ユニット15を1本1本管体12に巻き付けるのではなく、超電導テープユニット15を数本具備するテープ集合体13を巻き付けることになるので、前記の方法によれば1本1本管体12に巻き付ける従来方法に比べて超電導コア17に付加される歪を軽減できる。また、超電導テープユニット15を巻き付ける場合は、テープ基材14を把持して管体12に巻き付ける作業を行えば良いので、超電導テープユニット15…をハンドリングする必要がなくなり、超電導テープユニット15…に不都合な付加や歪を与えることがない。よって、製造時にコア17の超電導特性を劣化させてしまうことがなくなる。

【0017】次に、前記超電導導体1を用いて構成される超電導電力ケーブルについて説明する。図3は、本発明に係る超電導電力ケーブルの第1実施例を示すもので、この実施例の超電導電力ケーブル20は、前記超電導導体11を中心部に備え、その外部に、半導電層21aと、電気絶縁層21と、半導電層21bと、超電導シールド層22と、スペーサ23を介して配置された第2保護パイプ24と、断熱層25と、第1保護パイプ26と、防食層27とからなる被覆層28を設けて構成されている。

【0018】前記電気絶縁層21は、クラフト紙やPPLP（ポリプロピレンラミネート紙）などの絶縁テープを巻き付けて構成されたもので、絶縁耐圧を確保するために設けられている。なお、この電気絶縁層21が絶縁テープを巻回して構成されたものであるため、その外側の後述する冷媒流路を流れる冷媒の液体窒素がこの部分に染み込んできて絶縁特性の向上に寄与する。

【0019】前記超電導シールド層22は、ハステロイテープなどの金属テープ基材上に、厚さ0.1～1μm程度のYBaCuO系などの薄膜状の超電導層が形成された超電導テープを巻回したもので、あるいは、前記の酸化物超電導導体1を構成する超電導テープ6を巻回したものから構成されている。ここで、前記金属テープ基材上に超電導層を形成するには、レーザ蒸着法、CVD法（化学気相法）、MBE法（分子線エピタキシー法）などの成膜法を実施すれば良い。また、前記金属テープ基材の上にドクターブレード法により厚さ5～50μmの厚膜を塗布し、酸素気流中において熱処理してYBaCuO系などの厚膜状の超電導層を形成して超電導テープを作成し、それを巻回しても良い。

【0020】この巻回の際に、外側に金属テープ基材を向け内側に超電導層を向け超電導テープを巻回することが好ましい。これにより、超電導電力ケーブル20を交流用として使用した場合に、発生する交番磁界等を電磁的に遮蔽することになり、また、超電導電力ケーブル20にコイル加工などを行った場合に、超電導層に圧縮歪を付加させてその超電導特性劣化を低くすることができる。

【0021】なお、超電導シールド層22の好ましい一

例として図5に示すように、ハステロイなどのNi基合金あるいはステンレステープなどからなる金属テープ基材22aの内面に、YSZ（イットリウム安定化ジルコニア）、MgOあるいはSrTiO<sub>3</sub>などからなる中間層22bと、超電導薄膜22cを形成したものを例示することができる。この構造を採用することによって前記の如く超電導特性の劣化を防止でき、所望の磁気遮蔽効果を得ることができる。

【0022】次に、前記スペーサ23は超電導シールド層22の外部に巻回されるものであり、超電導シールド層22とその外方の第2保護パイプ24との間に冷媒流路30を形成するために設けられている。なお、このスペーサ23は、ステンレス鋼製の金属線から、あるいは、CBN、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、部分安定化ジルコニアなどのセラミックス、あるいは、ポリテトラフルオロエチレン（テフロン）、ポリエチレン、ナイロンなどの合成樹脂からなる線状体あるいは糸体などであっても差し支えない。

【0023】前記スペーサ23…の外方には第2保護パイプ24がスペーサ23…に接するように被せられていて、第2保護パイプ24と超電導シールド層22との間に冷媒流路（冷媒復路）30が形成されている。この第2保護パイプ24は、厚さ1.5～2mm程度のステンレス鋼などの金属材料からなり、後述するように地絡用のアース導体を兼用している。前記第2保護パイプ24の外側には、スーパーインシュレーションなどを巻回して構成された厚さ10～20mm程度の断熱層25が設けられ、その外部に第1保護パイプ26が被せられ、更に、第1保護パイプ26の外側には、ポリエチレンやエチレンプロピレンゴムなどからなる防食層27が被覆されている。

【0024】前記冷媒流路30は、超電導導体1を冷却するための液体窒素などの冷媒が流される流路であり、超電導電力ケーブル20の一端側でこの冷媒流路30と前記管体12内部の冷媒流路10とを接続し、他端側で冷媒流路30と冷媒流路10を図示略の液体窒素などの冷媒供給源に接続し、この冷媒供給源から冷媒流路10に冷媒を供給し、冷媒流路30を介して冷媒を戻すことで、超電導電力ケーブル20の全長にわたり冷媒の循環ができるようになっている。

【0025】前記超電導電力ケーブル20を製造するには、超電導導体11を製造した後、この超電導導体11の外部に図4に示すように半導電層21aと電気絶縁層21と半導電層21bと超電導シールド層22を順次巻き付け形成し、その後に図5に示すようにスペーサ23と第2保護パイプ24と断熱層25を形成し、その外部に防食層27を備えた第1保護パイプ26を被せて製造する。

【0026】次に、前記構造の超電導電力ケーブル20を使用する場合について説明する。前記の超電導電力ケ

ケーブル20にあっては、冷媒流路10と冷媒流路30を介して液体窒素などの冷媒を循環させて超電導体11を冷却し、超電導体11の超電導コア17を超電導状態に移移させて通電用として使用する。この場合に超電導体11の超電導コア17を冷媒流路10の冷媒で冷却できるので、超電導状態で通電した場合に超電導体11の安定性が向上する。

【0027】次に、半導電層21aが半導電テープを巻き付けて構成され、電気絶縁層21が絶縁テープを巻き付けて構成され、超電導シールド層22が超電導テープを巻き付けて構成されているので、それらの外側の冷媒流路30を流れる冷媒の液体窒素は、巻き付けた超電導テープの隙間部分からその内側の超電導シールド層25に染み込み、更に、この液体窒素は電気絶縁層21にも染み込む。ここで液体窒素が染み込んだ電気絶縁層21は絶縁耐圧が向上するので、超電導電力ケーブル20の絶縁耐圧を向上させることができる。また、超電導電力ケーブル20に通電している場合に、何等かの原因によって超電導体11が常電導状態に移移した場合、電力供給源から供給される大電力を一時的に逃がす必要がある。このような場合に前記構造の超電導電力ケーブル20にあっては、第2保護パイプ24が前記電流を逃がす地絡用のアース導体となる。

【0028】なお、超電導シールド層25は、超電導コア17に通電した場合に、超電導コア17が発生させる自己磁場をマイスナー効果により跳ね返す作用を奏する。特に、交流通電している場合に交番磁界が作用し交流損失を生じるおそれがあるので、それを超電導シールド層25で防止することができる。

【0029】図6は、本発明の酸化物超電導電力ケーブルに用いる管体の第2実施例の一部構造を示すもので、この例では、管体30として、外面にテープ基材14を固定するための面取りを施した管体30を用いる。即ち、管体30の外面に、テープ基材14の幅に合致する幅の平面部31を形成し、この平面部31に沿ってテープ基材14を半田付けすることにより固定する。

【0030】図7は、本発明の酸化物超電導電力ケーブルに用いる超電導テープの他の例を示すものであり、この例の超電導テープ40は、先に説明した超電導テープ16と同等の構造の超電導テープ41に、銀などの貴金属、銅あるいは銅合金、またはステンステープなどの補強テープ42を添設した構成である。このような構成にすることによって、超電導テープ40をハンドリングで取り扱う場合の局所的な歪の付加を抑制できる。

【0031】「製造例」図8に示すような肉厚3mm、外径30mmの銀パイプ50と、肉厚0.2mm、幅20mmの銀テープを用意した。また、図9に示すような、厚さ0.1mm、幅4.5mmであって、Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O系の超電導体のコアを内部に有する超電導テープ51を作製した。この超電導テープ51の

作製には、Bi:Pb:Sr:Ca:Cu:O=1.

8:0.4:2.0:2.2:3.0の組成比になるようにBiO<sub>3</sub>粉末とPbO粉末とCuO粉末とSrCO<sub>3</sub>粉末とCaCO<sub>3</sub>粉末とを配合し、これに対して800~840℃×74時間の仮焼処理を大気中で4回施した。次に、仮焼粉末を静水圧プレスで棒状に成形し、これを外径10mm、肉厚2.5mmの銀パイプに挿入し、次いで、外径2.4mmになるまで冷間加工した。その後、圧延加工と830~840℃×50時間の熱処理を3回繰り返し施して最終的に厚さ0.1mm、幅4.5mmの素超電導テープ51を得た。なお、前記圧延加工の代わりに冷間プレスを行っても良い。

【0032】前記の超電導テープ51を50枚、図10に示すように積み重ね、超電導テープ51の途中の複数の部分を半田付けして相互に固定し、高さ5.5mm、幅4.5mmの超電導テープユニット52を得た。この超電導テープユニットを4本用意し、それぞれを図11に示すように0.5mm間隔で前記銀テープ53上に並べ、銀テープと接する部分を半田で固定してテープ集合体54を得た。このテープ集合体54を4枚用意し、前記銀パイプの周囲に500mmピッチで巻き付け、銀パイプと銀テープを半田で固定して酸化物超電導導体を得た。

【0033】前記の酸化物超電導導体を液体窒素に浸して冷却し、外部磁場0Tの状態に通電実験したところ7000Aの通電をすることができた。なお、前記超電導テープユニット52の状態では、液体窒素で冷却することで500A(磁場0T)の通電が可能であり、それらを4本まとめたテープ集合体54の状態では1900A(磁場0T)の通電が可能であった。

【0034】なお、比較のために、テープ集合体54の状態とせずに、前記超電導ユニット52を16本、直接銀パイプに巻き付けたものにあつては、ハンドリングによる曲げの影響で超電導特性が劣化してしまい、1500A程度の通電が可能になってしまった。

【0035】次に、前記の超電導導体の周囲に電気絶縁層としてポリプロピレンラミネート紙を厚さ15mm巻き付け、その周囲にレーザ蒸着法により酸化物超電導薄膜をハステロイテープ上に作製したY-Ba-Cu-O系蒸着テープ(5mm幅のハステロイCからなるテープ上に、厚さ0.4mmのYSZ中間層を介して厚さ0.5μmのY-Ba-Cu-O系超電導薄膜を生成したもの)を超電導シールド層として10枚突き合わせ巻きした。この際の線材の外径は75mmであった。次いで、前記の超電導シールド層の上に、直径10mmのテフロン線をスペーサとして3本巻き付け、それを内径100mm、肉厚5mm、コルゲート付きのJIS規定のSUS304ステンレス管に引き込み、その上に熱絶縁層としてスーパーインシュレーションを厚さ15mmになるように巻き付け、更に、外面にビニル防食層を施したコルゲ-

ト付きSUS304ステンレス管(内径180mm、肉厚5mm)に引き込んで酸化超電導電力ケーブルを得た。

【0036】得られた酸化超電導電力ケーブルは、外部磁場0Tにおいて、6000Aの通電が可能であった。また、前記超電導ケーブルの絶縁耐圧について測定したところ、液体窒素の冷媒を流す前は、80kV出あったものが、液体窒素を流した後においては、100kVに向上した。これは、冷媒として使用した液体窒素が、超電導シールド層と電気絶縁層とに染み込んだ結果によるものと思われる。

【0037】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、複数の超電導ユニットをテープ基材に一体化したテープ集合体が管体に巻き付けられて固定されているので、管体の内部に液体窒素などの冷媒を流すことにより超電導テープを冷却することができ、超電導テープ内の超電導コアを超電導状態としてそれを通電用を使用することができる。更に、1本の管体に複数本の超電導テープが巻回されるので、電力容量が大きくなる。また、テープ基材が管体に固定されているので、テープ基材を固定する際のハンドリングにより超電導テープに歪などの付加を与えるおそれが少なく、超電導特性の劣化が起こり難い構成になっている。

【0038】本発明の方法では、超電導テープを積層した超電導テープユニットを予めテープ基材に固定しておき、それを管体に巻回し固定するので、1本1本の超電導テープユニットを順次管体に固定していた従来方法よりも、超電導テープに歪を与えるおそれが少ない。また、超電導ユニットを複数備えたテープ基材単位で管体に巻き付け固定できるので、超電導テープユニットの管体への巻き付けが従来よりも容易にできる。

【0039】更に、超電導ユニットをテープ基材に予め確実に固定しておくならば、テープ基材を管体に固定する場合にテープ基材の必要箇所のみを固定すれば良く、この場合に超電導コアが発生させる電磁力に耐える程度に固定すれば良いので、1本ずつ超電導ユニットを管体に固定する場合に比べて固定作業を容易にできる。また、テープ基材を管体に固定することで超電導ユニットの固定が完了するので、テープ基材を半田付けにより固定する場合、テープ基材に既に固定してある超電導ユニットの半田付け部分を再溶融させるおそれが少なくなる。よって、テープ基材の取り付け時に超電導テープがテープ基材から剥離することがない。

【0040】更に、本発明の酸化超電導電力ケーブルにあつては、管体内部の冷媒流路と管体外部の冷媒流路とが設けられているので、管体内部の冷媒通路を冷媒の往路として利用し、管体外部の冷媒流路を冷媒の復路として使用するならば、冷媒の循環を行えるので、効率良く超電導ユニットを冷却することができ、超電導特性の

安定化に寄与する。

【0041】更に、半導電層が半導電テープの巻き付けにより構成され、電気絶縁層が絶縁テープの巻き付けにより形成され、超電導シールド層が超電導テープの巻き付けにより形成されていると、超電導シールド層の外方の冷媒の流路を流れる冷媒が、超電導テープの巻き付け部分の隙間を介して電気絶縁層側に染み込み、更に、絶縁テープの巻き付け部分の隙間にも染み込むので、電気絶縁層の絶縁性の向上に寄与する。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】図1は本発明に係る超電導電力ケーブルの第1実施例を示す断面図である。

【図2】図2は図1に示す超電導ケーブルに適用されるテープ集合体を示す断面図である。

【図3】図3は図2に示すテープ集合体に電気絶縁層と遮蔽層を設けた状態を示す断面図である。

【図4】図4は本発明に係る超電導電力ケーブルの第2実施例を示す断面図である。

20 【図5】図5は本発明に係る超電導電力ケーブルに適用される管体の他の例を示す断面図である。

【図6】図6は本発明に係る超電導電力ケーブルの他の構造例を示す断面図である。

【図7】図7は超電導テープの他の構造例を示す断面図である。

【図8】図8は実施例の超電導ケーブルを製造する場合に用いる管体を示す断面図である。

【図9】図9は実施例の超電導ケーブルを製造する場合に用いる超電導テープを示す断面図である。

30 【図10】図10は実施例の超電導ケーブルを製造する場合に用いる超電導テープユニットを示す断面図である。

【図11】図11は実施例の超電導ケーブルを製造する場合に用いるテープ集合体を示す断面図である。

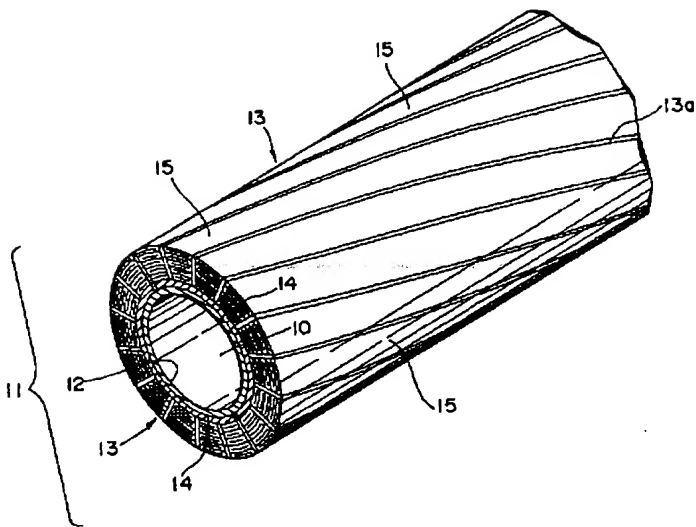
【図12】図12は従来の超電導電力ケーブルの一例を示す断面図である。

【図13】図13は図12に示す超電導ケーブルに用いられている超電導テープユニットの構成を示す断面図である。

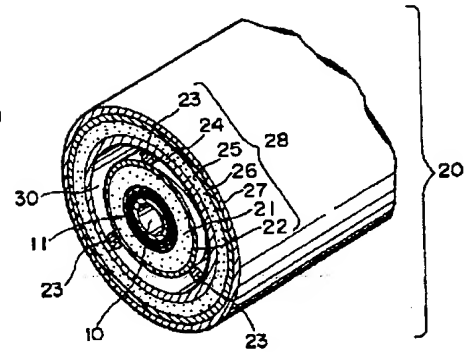
【符号の説明】

40 11 酸化超電導体、12 管体、1  
3 テープ集合体、14 テープ基材、15  
超電導ユニット、16 超電導テープ、17 超電導コア、18 シース、20 超電導電力ケーブル、21 電気絶縁層、21a、21b 半導電層、22 超電導シールド層、23 スペーサ、28 被覆層、30 管体、40 超電導テープ、50 管体、51 超電導テープ、52 超電導テープユニット、53 テープ基材、54 テープ集合体、

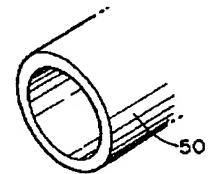
【図1】



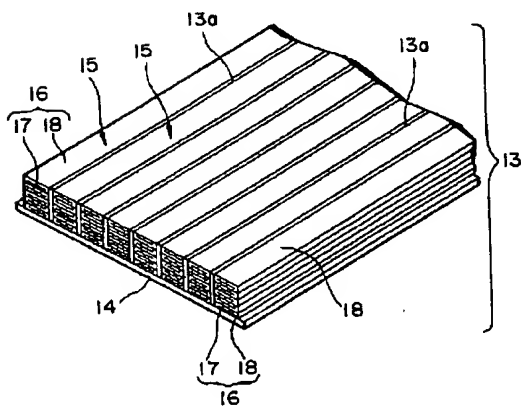
【図3】



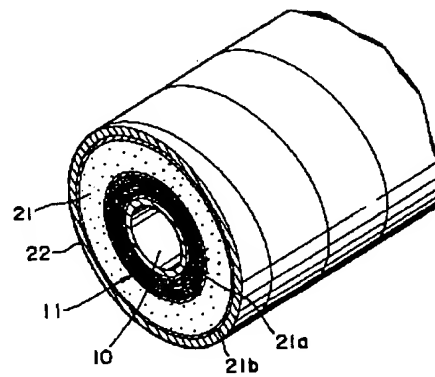
【図8】



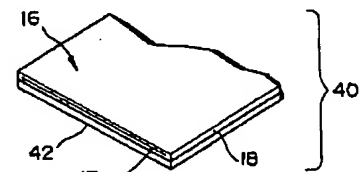
【図2】



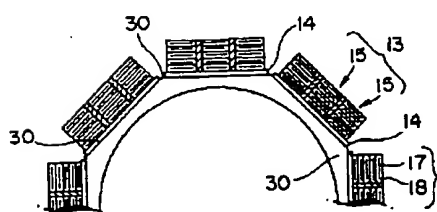
【図4】



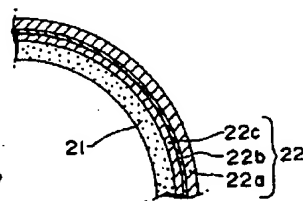
【図7】



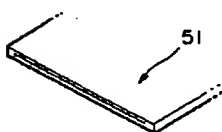
【図5】



【図6】

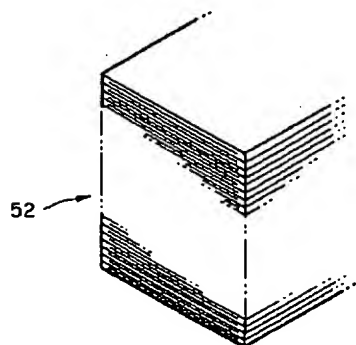


【図9】

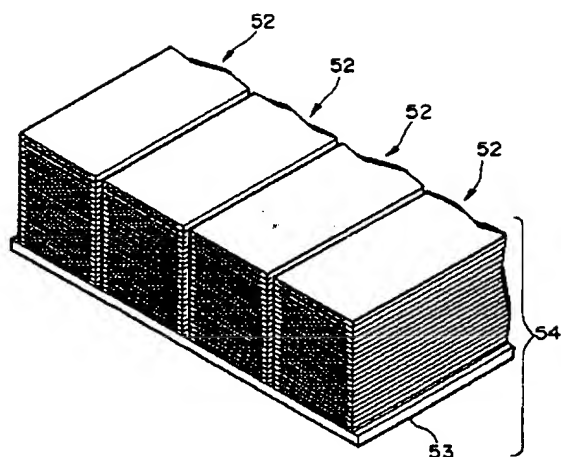




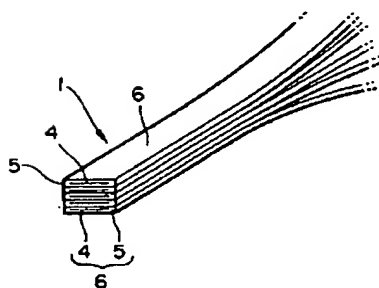
【図10】



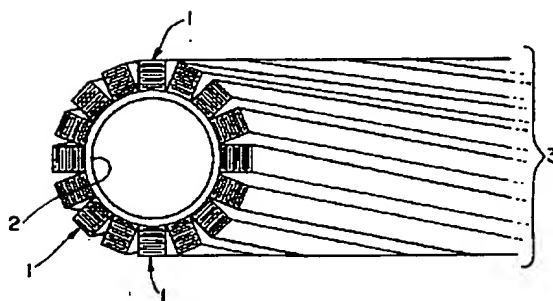
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 柿本 一臣  
東京都江東区木場一丁目5番1号 株式会  
社フジクラ内

(72)発明者 定方 伸行  
東京都江東区木場一丁目5番1号 株式会  
社フジクラ内

(72)発明者 小野 幹幸  
東京都江東区木場一丁目5番1号 株式会  
社フジクラ内

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**